



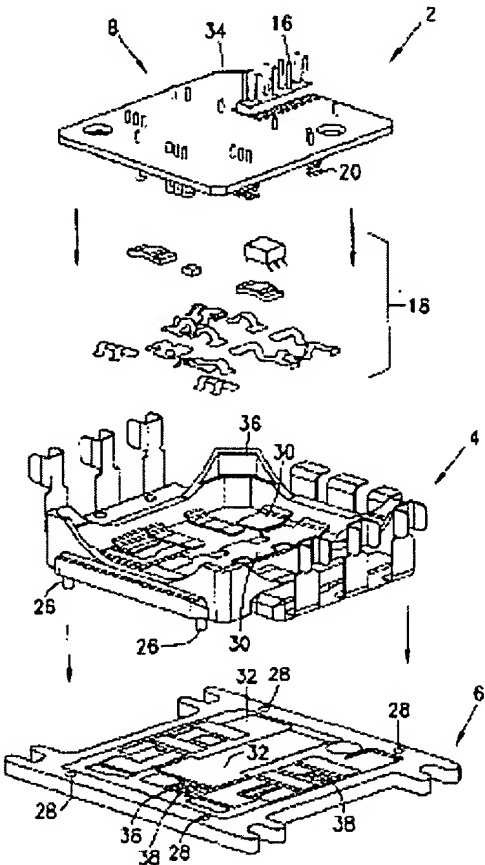
**Compact electrical feed module for controlling the operation of complex motors using internal terminals to dissipate heat generated during operation has circuit board placed on outside of internal chamber of electrical feed casing**

Publication number: DE19939933  
Publication date: 2000-04-06  
Inventor: GRANT WILLIAM (US)  
Applicant: INT RECTIFIER CORP (US)  
Classification:  
- international: *H01L25/07; H01L23/36; H01L25/18; H02P25/08; H05K1/05; H05K7/20; H01L25/07; H01L23/34; H01L25/18; H02P25/02; H05K1/05; H05K7/20; (IPC1-7): H05K7/00*  
- European: H02P25/08E; H05K1/05C; H05K7/20F  
Application number: DE19991039933 19990823  
Priority number(s): US19980097637P 19980824

Also published as:  
 JP2000091500 (A)  
 FR2782597 (A1)

Report a data error here

Abstract not available for DE19939933  
Abstract of corresponding document: **FR2782597**  
Electronic module for feeding electricity to a motor comprises: a base (6); an electrical feed casing (4) coupled to the base (6) and possessing walls forming an internal chamber with at least one conducting region (30); at least one electronic device (MOSFET) (18) mounted on conducting region(s); and circuit board (8) placed on outside of internal chamber of electrical feed casing (4).



D 85



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 39 933 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
H 05 K 7/00

⑦ Aktenzeichen: 199 39 933.6  
⑦ Anmeldetag: 23. 8. 1999  
④ Offenlegungstag: 6. 4. 2000

DE 199 39 933 A 1

⑥ Unionspriorität:  
097637 24. 08. 1998 US  
⑦ Anmelder:  
International Rectifier Corp., El Segundo, Calif., US  
⑦ Vertreter:  
G. Koch und Kollegen, 80339 München

⑦ Erfinder:  
Grant, William, Fountain Valley, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Leistungs-Moduleinheit

⑤ Leistungs-Moduleinheit für einen Motor, bei dem die Moduleinheit zur Aufnahme sowohl der Hochleistungsbauteile, die zur Ansteuerung der Phasenwicklungen des Motors erforderlich sind, als auch der Steuerelektronik ausgebildet ist, die zur Steuerung der Betriebsweise der Hochleistungsbauteile erforderlich ist. Die Bauteile sind derart angeordnet, daß die von den Hochleistungsbauteilen erzeugte thermische Energie von der Steuerelektronik fort zur nachfolgenden Ableitung gelenkt wird. Ein isoliertes Metallsustrat wird als das Basisteil der Moduleinheit verwendet, um die thermische Energie abzuleiten. Die Bauteile der Moduleinheit können leicht durch die Verwendung von lötfreien federnden Verbindungen von der Steuerelektronik zu den anderen Bauteilen in der Moduleinheit zusammengebaut werden. Die Moduleinheit umfaßt ein Basisteil, ein mit dem Basisteil gekoppeltes Leistungsgehäuse und eine Leiterplatte, die in einer inneren Kammer des Leistungsgehäuses angeordnet ist. Das Leistungsgehäuse weist eine Mehrzahl von Wänden, die die innenliegende Kammer bilden, sowie zumindest einen leitenden Bereich auf. Zumindest ein elektronisches Bauteil ist an dem leitenden Bereich befestigt.

DE 199 39 933 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Leistungs-Moduleinheiten der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art und insbesondere auf eine integrierte Leistungs-Gehäusebaugruppe zur Motorsteuerung unter Verwendung interner Anschlüsse zur Wärmeableitung.

Leistungs-Moduleinheiten, die Halbleiterbauteile verwenden, werden in vielen unterschiedlichen Anwendungen verwendet. Eine bevorzugte Anwendung von Leistungs-Moduleinheiten besteht in der Ansteuerung und Kontrolle von Motoren. Diese Leistungs-Moduleinheiten verwenden in vielen Fällen Feldeffekttransistoren (FET), insbesondere Leistungs-Metalloxyd-Feldeffekttransistoren (MOSFET) zur Lieferung von Leistung zur Speisung des Motors auf der Grundlage von Signalen, die von einer mit niedriger Leistung arbeitenden Steuerschaltung empfangen werden. Obwohl Feldeffekttransistoren in der Lage sind, die hohen Ströme zu schalten, die zur Speisung eines leistungsfähigen Motors erforderlich sind, wie er beispielsweise in Kraftfahrzeug-Servolenkungsmechanismen verwendet wird, erzeugen sie auch eine erhebliche Menge an thermischer Energie, wenn sie diese großen Ströme schalten.

Es werden in vielen Fällen große Kühlkörper verwendet, um die von den Feldeffekttransistoren erzeugte thermische Energie abzuleiten. Dies führt zu großen Modul-Gehäusegrößen und zu komplizierten Halbleiter-Befestigungsanordnungen. Weiterhin kann die Anordnung der empfindlichen Niederleistungs-Steuerschaltungen in der Nähe von Leistungshalbleitern die Zuverlässigkeit der Moduleinheit verringern und dessen Betriebsweise beeinflussen, und zwar aufgrund der schädlichen thermischen Energie, die von den Feldeffekttransistoren abgestrahlt wird.

Diese Modulgehäuse-Anforderungen können besonders bei Kraftfahrzeuganwendungen schwierig zu erfüllen sein, bei denen die Leistungs-Moduleinheit klein sein muß und an der gleichen Stelle wie der angesteuerte Motor angeordnet werden muß. Beispielsweise wird das Ansteuermodul für einen Elektromotor in der Servolenkung in optimaler Weise direkt an den mechanischen Servolenkungs-Bauteilen angeordnet, die er ansteuert. Das Vorhandensein von großen Kühlkörpern oder einer aufwendigen Verdrahtung und Verkabelung zwischen den Leistungshalbleitern und der Modul-Steuerschaltung ist unerwünscht, weil hierdurch eine wirkungsvolle Ausnutzung der Leistungs-Halbleiterbauteile zur Steuerung eines Elektromotors verhindert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Leistungs-Halbleiter-Moduleinheit der eingangs genannten Art zu schaffen, die kompakt ist und in der Lage ist, ein hohes Drehmoment liefernde Elektromotoren anzusteuern.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird eine Leistungs-Halbleiter-Moduleinheit geschaffen, die kompakt ist, die in der Lage ist, Elektromotoren mit hohem Drehmoment anzusteuern, unter Ein-schluß von Motoren mit geschalteter Reluktanz, und bei der die Steuerschaltung in der Moduleinheit integriert ist. Die Leistungs-Erd- und Motoranschlüsse erstrecken sich durch das Gehäuse der Moduleinheit derart, daß die Hochleistungs-Halbleiterbauteile direkt auf diesen befestigt sind. Die Hochleistungs-Halbleiterbauteile sind ohne die Verwendung von Drähten oder Kabeln miteinander verbunden.

Die Leistungs-Moduleinheit der vorliegenden Erfindung ist so ausgebildet, daß sie die thermische Energie von der Steuerelektronik fort ableitet, wobei die von den Hochleistungs-Halbleiterbauteilen erzeugte thermische Energie auf

ein metallisches Substrat-Basisteil übertragen wird, so daß sich eine zuverlässige Moduleinheit ergibt, die außerdem kompakt ist, so daß sie in der Nähe des Motors befestigt werden kann, den sie steuert.

Die vorliegende Erfindung ergibt eine elektronische Moduleinheit, die ein Basisteil und ein Leistungsgehäuse aufweist, das mit dem Basisteil verbunden ist. Das Leistungsgehäuse weist eine Mehrzahl von einer inneren Kammer bildenden Wänden und zumindest einen leitenden Bereich auf. Zumindest ein elektronisches Bauteil ist auf dem zumindest einen leitenden Bereich befestigt. Eine Leiterplatte ist innerhalb der inneren Kammer des Leistungsgehäuses angeordnet.

Die vorliegende Erfindung ergibt weiterhin eine isolierte Metallsubstrat-Platte für eine elektronische Moduleinheit, bei der die Platte ein thermisch leitendes metallisches Substrat aufweist. Eine erste Isolierschicht ist an dem metallischen Substrat befestigt, wobei die erste Isolierschicht im wesentlichen das metallische Substrat bedeckt. Zumindest zwei leitende Bereiche sind an der Isolierschicht befestigt, wobei die zumindest zwei leitenden Bereiche geätzt werden, um eine Mehrzahl von diskreten Bereichen zu bilden. Eine zweite Isolierschicht ist zwischen den zumindest zwei leitenden Bereichen angeordnet, und eine Lötmaske ist auf dem zumindest einen leitenden Bereich angeordnet.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der Erfindung ersichtlich, die sich auf die beigefügten Zeichnungen bezieht.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer zusammengebauten Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 eine Vorderansicht einer zusammengebauten Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 eine Seitenansicht einer zusammengebauten Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 4 eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht der zusammengebauten Leistungs-Moduleinheit gemäß den Fig. 1-3,

Fig. 5 eine Unteransicht eines Leistungsgehäuses, wie es in einer Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird,

Fig. 6 eine Draufsicht auf ein Leistungsgehäuse, wie es in einer Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird,

Fig. 7 eine Draufsicht auf eine Basisplatte, die bei einer Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird,

Fig. 8 eine Schnittansicht eines Teils der Basisplatte nach Fig. 6,

Fig. 9 eine perspektivische Ansicht einer Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung, die eine Basisplatte, ein Leistungsgehäuse und Hochleistungs-Halbleiterbauteile zeigt, die an dem Leistungsgehäuse befestigt sind,

Fig. 10 ein Schaltbild, das eine Hochleistungsschaltung für einen 4-Phasen-Wandler für einen geschalteten Reluktanzmotor unter Verwendung der in Fig. 9 gezeigten Bauteile zeigt.

Zur Erläuterung der Erfindung ist in den Zeichnungen eine Ausführungsform gezeigt, die derzeit bevorzugt wird, wobei es jedoch verständlich ist, daß die Erfindung nicht auf die genaue Anordnung und Ausführungsform beschränkt ist, wie sie dargestellt ist.

In den Figuren, in denen sich gleiche Bezugsziffern auf gleiche Elemente beziehen, zeigen die Fig. 1, 2 und 3 eine perspektivische Ansicht, eine Vorderansicht bzw. eine Sei-

tenansicht einer zusammengebauten Moduleinheit 2 gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Leistungs-Moduleinheit 2 besteht aus drei Haupt-Teilbaugruppen, nämlich einem Leistungsgehäuse 4, einer Basisplatte 6 und einer Leiterplatte 8. Wie dies gezeigt ist, ist das Leistungsgehäuse 4 auf der Basisplatte 6 befestigt, und die Leiterplatte 8 ist in den Hohlraum in dem Leistungsgehäuse 4 eingesetzt. Jede dieser Teilbaugruppen wird weiter unten ausführlich erläutert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Leistungs-Moduleinheit 2 in einer elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeug-Scarlentkungsanwendung verwendet, bei der die elektrischen Bauteile einen 4-Phasen-Wandler für einen geschalteten Reluktanzmotor bilden. Entsprechend werden Halbleiterbauteile, wie beispielsweise Leistungs-MOSFET-Bauteile verwendet, um eine Gleichspannungs-Eingangsleistungsquelle in eine geeignete Wechselspannungsausgangsleistung zur Ansteuerung des Motors umzuwandeln. Es ist weiterhin vorgesehen, daß die Leistungs-Moduleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung in einfacher Weise zur Verwendung als Wandler für einen bürstenlosen Dreiphasen-Gleichstrommotor angepaßt werden kann.

Das Leistungsgehäuse 4 schließt Eingangsleistungsanschlüsse 10a, 10b und 10c ein, die vorzugsweise zum Empfang von Gleichspannungs-Eingangsleistung von einer (nicht gezeigten) äußeren Quelle ausgebildet sind. Beispielsweise ist der Anschluß 10a ein positiver Spannungsanschluß, der Anschluß 10b ist ein negativer Spannungsanschluß und der Anschluß 10c ist ein Fahrgestell-Erdanschluß. Das Leistungsgehäuse 4 schließt weiterhin Motor-Phasenanschlüsse 12a, 12b, 12c, 12d, 12e und 12f ein, die vorzugsweise zur Schaffung einer elektrischen Verbindung von der Leistungs-Moduleinheit 2 zu den verschiedenen Phasenwicklungen eines geschalteten 4-Phasen-Reluktanzmotors ausgebildet sind, den die Leistungs-Moduleinheit steuern soll. Es sei darauf hingewiesen, daß die Motor-Phasenanschlüsse 12a-12f einstückig mit dem Leistungsgehäuse 4 abgeformt sind. Eine bevorzugte Schaltung für den elektronischen Leistungsabschnitt für die Leistungs-Moduleinheit 2 wird weiter unten ausführlicher beschrieben.

Die Leiterplatte 8 ergibt die erforderlichen Niederleistungs-Steuerschaltungen zur Ansteuerung der Hochleistungs-Steuergertelektronik, wie z. B. von hohe Ströme führenden Leistungs-MOSFET-Bauteilen und Dioden. Die Niederleistungs-Steuerschaltung liefert typischerweise die Gate-Ansteuerspannung für die Hochleistungs-MOSFET-Halbleiter. Die einzelnen Niederleistungs-Schaltungsbau- teile sind vorzugsweise auf der Oberseite 14 der Leiterplatte 8 befestigt. Eine Steckverbindung 16 ist an der Leiterplatte 8 befestigt, um externe Verbindungen an die Niederleistungs-Schaltung zu schaffen.

Eine elektrische Verbindung zwischen der Niederleistungs-Schaltung auf der Leiterplatte 8 und den Hochleistungs-Bauteilen 18, die auf dem Leistungsgehäuse 4 befestigt sind, wie dies weiter unten erläutert wird, wird mit Hilfe von S-förmigen Anschlußstiftverbindern 20 erreicht. Obwohl in Fig. 3 lediglich zwei derartige Verbinder gezeigt sind, sei darauf hingewiesen, daß zusätzliche Verbinder verwendet werden können, wie dies erforderlich ist. Obwohl die Verbinder 20 so gezeigt sind, als ob sie vorzugsweise S-förmig sind, können diese Verbinder irgendeine Form aufweisen, sofern sie einen elastischen gelöteten oder Drahtkontaktierungs-Anschluß zwischen der Leiterplatte 8 und dem Leistungsgehäuse 4 ergeben. Wie dies gezeigt ist, ergeben die S-förmigen Stiftverbinder 20 eine federnde elastische Verbindung zwischen der Leiterplatte 8 und dem Leistungsgehäuse 4, derart, daß durch die Befestigung der Leiterplatte 8 in dem Hohlraum in dem Leistungsgehäuse 4 die S-förmigen Stiftverbindungen 20 direkt mit einer metalli-

schen Lasche 20 auf dem Leistungsgehäuse 4 in Kontakt kommen oder direkt mit einem Anschlußkissenbereich auf der Basisplatte 6 in Kontakt kommen.

Die Verwendung der S-förmigen Stiftverbinder 20 vermeidet die Notwendigkeit der Verwendung einer an einem Rand angeordneten Reihe oder von Reihen von Verbindungsstiften. Verbindungsstifte, die in Form einer Kantensteckverbindung angeordnet sind, erfordern, daß die zu anderen Modulbauteilen, wie z. B. dem Leistungsgehäuse 4 oder der Grundplatte 6 zu überführenden Signale zu der gleichen allgemeinen Position auf der Leiterplatte geführt werden. Hierdurch werden unnötig lange Signalfade eingeführt und die Empfindlichkeit gegenüber Störungen wird vergrößert. Im Gegensatz hierzu ermöglicht es die Verwendung der S-Stiftverbinder 20, daß Signale auf der Leiterplatte 8 direkt mit dem Leistungsgehäuse 4 oder der Basisplatte 6 dadurch verbunden werden, daß jede Verbindung unabhängig von jeder anderen gemacht wird. Dies heißt mit anderen Worten, daß es die S-Stiftverbinder 20 ermöglichen, daß ein mit einem Modulbauteil zu verbindendes Signal an irgendeinem geeigneten Punkt in dem Signalfad angeordnet werden kann. Hierdurch wird die Notwendigkeit der Einführung einer zusätzlichen Signal-Leiterbahnlänge vermieden und es ergibt sich eine bessere Störnempfindlichkeit für die Leistungs-Moduleinheit 2.

Die Leistungs-Moduleinheit 2 kann über Befestigungslaschen 24 befestigt werden, die zur Aufnahme geeigneter Befestigungselemente, wie z. B. Schrauben, ausgebildet sind, wie dies in der Technik gut bekannt ist. Die Leistungs-Moduleinheit 2 wird vorzugsweise über die Basisplatte 6 an einem Kühlkörper befestigt, so daß die von den Hochleistungsbauteilen erzeugte Wärme abgeführt wird. Wie dies weiter unten ausführlich erläutert wird, ergibt die Basisplatte 6 eine thermische Verbindungsstrecke für die Hochleistungsbauteile, so daß die Basisplatte 6 vorzugsweise eine isolierte Metallschicht (IMS)-Struktur ist, die ein dickes Kupfer- oder Aluminiumsubstrat aufweist, das mit einem relativ dünnen Isolierfilm bedeckt ist, auf dem eine dünne, aus Kupfer oder anderem leitenden Material bestehende lötbare Oberfläche angeordnet ist.

Fig. 4 zeigt eine auseinandergezogene Ansicht der Leistungs-Moduleinheit 2 gemäß der vorliegenden Erfindung. Das Leistungsgehäuse 4, die Basisplatte 6 und die Leiterplatte 8 sind zur Schaffung einer kompakten Baugruppe und zur wirkungsvollen Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Oberfläche angeordnet.

Das Leistungsgehäuse 4 wird mit der Basisplatte 6 durch Einsetzen von Befestigungszapfen 26 in Befestigungsbohrungen 28 ausgerichtet und gekoppelt. Das Leistungsgehäuse 4 ist so abgeformt, daß es leitende Bereiche 30 einschließt, auf denen Hochleistungs-Halbleiterbauteile 18 beispielsweise durch Lötten, mit Hilfe eines leitenden Epoxy-Materials oder dergleichen befestigt sind. Wenn das Leistungsgehäuse 4 an der Basisplatte 6 befestigt ist, sind die leitenden Bereiche 30 über jeweiligen Kontakthalen-Bereichen angeordnet und mit diesen durch Lötten oder durch eine leitende Klebeverbindung verbunden. Dies ergibt eine elektrische Verbindung zwischen den Hochleistungs-Halbleiterbauteilen 18 und der Basisplatte 6.

Die Verbindung zwischen den leitenden Bereichen 30 und den Kontaktbereichen 32 erfüllt zwei nützliche Funktionen. Zunächst ergibt sich eine elektrische Verbindung zur Basisplatte, was die Verteilung von Leistungs- und Erdverbindungen und Hochleistungssignalen zwischen den verschiedenen Hochleistungs-Halbleiterbauteilen 18 ermöglicht. Zweitens wird ein thermisch leitender Pfad von dem Hochleistungs-Halbleiterbauteilen 18 zur Basisplatte 6 geschaffen. Dieser thermisch leitende Pfad ermöglicht die Ableitung thermi-

scher Energie von den Hochleistungs-Halbleiterbauteilen 18 und die Übertragung der thermischen Energie auf einen (nicht gezeigten) Kühlkörper, der mit der Basisplatte 6 gekoppelt ist.

Die Hochleistungsbauteile 18 sind auf der Oberseite der leitenden Bereiche 30 innerhalb des Leistungsgehäuses 4 befestigt, während die Unterseite der leitenden Bereiche 30 mit den Kontaktbereichen 32 auf der Basisplatte 6 in Kontakt steht.

Die Leiterplatte 8 ist so ausgebildet, daß sie in das Leistungsgehäuse 4 derart paßt, daß eine Ausrichtkerbe 34 auf der Leiterplatte 8 mit einer Ausrichtlasche 36 auf dem Leistungsgehäuse 4 zusammenpaßt. Hierdurch wird eine richtige Ausrichtung der Leiterplatte 8 sichergestellt, wodurch der Zusammenbau der Leistungs-Moduleinheit vereinfacht wird. Beim Einsetzen in das Leistungsgehäuse 4 kommen die S-förmigen Stiftverbinder 20 mit einem oder mehreren leitenden Bereichen 30 und/oder einem oder mehreren jeweiligen Anschlußkissen 38 auf der Basisplatte 6 in Eingriff. Dies ermöglicht die Herstellung elektrischer Verbindungen zwischen der Leiterplatte 8 und der Basisplatte 6, wobei die Herstellung vereinfacht wird.

Während der Herstellung kann die Leiterplatte 8 mit ihren zugehörigen Bauteilen getrennt von den Hochleistungsbauteilen 18 und dem Leistungsgehäuse 4 zusammengebaut werden. Sobald das Leistungsgehäuse 4 und die Basisplatte 6 zusammengebaut sind und alle Drahtkontaktierungen fertiggestellt sind, wie dies weiter unten erläutert wird, wird die Leiterplatte 8 in einfacher Weise mit dem Leistungsgehäuse 4 zusammengebaut. Nachteilige Auswirkungen von thermischer Energie auf die Leiterplatte 8 werden unter Verwendung der Konfiguration gemäß der vorliegenden Erfindung vermieden. Die thermische Energie wird von den Hochleistungsbauteilen 18 zu einem an der Basisplatte 6 angebrachten Kühlkörper in einer Richtung von der Leiterplatte 8 fort übertragen.

Der innere Hohlraum, der von dem Leistungsgehäuse 4 und der Basisplatte 6 und der (nicht gezeigten) Abdeckung gebildet wird, wird mit einem Vergußgel, wie z. B. einem Silikonelastomer gefüllt.

Die Hochleistungsbauteile 18 schließen Leistungs-MOSFET-Bauteile, Überbrückungswiderstände, Schottky-Dioden und einen Kondensator ein, wie dies weiter unten erläutert wird, wobei diese Bauteile dazu verwendet werden, um beispielsweise einen Wandler für einen Motor mit geschalteter Reluktanz zu schaffen. Obwohl die Leistungs-Moduleinheit der vorliegenden Erfindung bezüglich eines Wandlers für einen Motor mit geschalteter Reluktanz beschrieben wird, ist es für den Fachmann ohne weiteres zu erkennen, daß die Leistungs-Moduleinheit an irgendeine Konfiguration angepaßt werden kann, die Leistungs-Halbleiterbauteile und eine Niederleistungs-Steuerschaltung verwendet.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Unteransicht bzw. eine Draufsicht des Leistungsgehäuses 4 gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Fig. 5 und 6 zeigen die leitenden Bereiche 30 mit weiteren Einzelheiten. Jeder der leitenden Bereiche 30 ist eine Verlängerung der Anschlüsse 10a-10c und der Motor-Phasenanschlüsse 12a-12f oder eines mit Hinterschneidungen versehenen Abschnittes 40, der in den Kunststoff-Formteil-Abschnitt 42 des Leistungsgehäuses 4 eingebettet ist. Im Fall der Anschlüsse 10a-10c oder der Motor-Phasenanschlüsse 12a-12f erstrecken sich die leitenden Bereiche 30 durch das Kunststoff-Formteil 42 und sind an diesem festgelegt.

Fig. 5 zeigt die Unterseite 44 der leitenden Bereiche 30.

Fig. 6 zeigt die Oberseite 46 der leitenden Bereiche 30. Jeder der Anschlüsse 10a-10c und der Motor-Phasenanschlüsse 12a-12f weist einen leitenden Bereich 30 auf, der

eine Unterseite 44 und eine Oberseite 46 aufweist. Wie dies weiter oben erläutert wurde, sind die Hochleistungsbauteile 18 auf einer jeweiligen Oberseite 46 befestigt, während die Unterseite 44 in elektrischem Kontakt mit einem jeweiligen Kontaktbereich 32 auf der Basisplatte 6 steht.

Die Verwendung von aneinander angrenzenden Anschlüssen 10a-10c und Motor-Phasenanschlüssen 12a-12f, auf denen Hochleistungsbauteile 18 befestigt sind, vereinfacht die Konstruktion und unterstützt die Wärmeverteilung und -ableitung.

Das Leistungsgehäuse 4 ist weiterhin mit durchgehenden Bohrungen 49 zur Aufnahme einer geeigneten (nicht gezeigten) Abdeckung versehen.

Die Fig. 7 zeigt eine Draufsicht auf die Basisplatte 6 gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie dies weiter oben erläutert wurde, ist die Basisplatte 6 vorzugsweise eine isolierte Metallsubstrat-(IMS-)Struktur und kann unter Verwendung bekannter Techniken gebildet werden. Die Basisplatte 6 ist mit einem derartigen Muster versehen, daß sich ein Massezugang an das Substrat 48 über eine Masse-Ätzung 50 ergibt. Eine derartige IMS-Struktur ergibt eine gute thermische Leitfähigkeit von den Kontaktausterebereichen 32 durch das IMS zu dem Substrat 48. Das Substrat 48 ist vorzugsweise aus Aluminium, und es ist vorzugsweise ungefähr 3 mm (0,125 Zoll) dick. Das metallische Substrat stellt einen besseren Leiter für thermische Energie verglichen mit vielen anderen Materialien dar, wie z. B. Kunststoff, Glas usw. Weiterhin schützt die Steifigkeit des metallischen Substrats die Moduleinheit gegenüber einem Brechen.

Das IMS ist mit einem derartigen Muster versehen, daß eine Vielzahl von elektrisch isolierten leitenden Bereichen gebildet wird. Diese leitenden Bereiche ermöglichen eine Verteilung der positiven und negativen Leistungsverbindungen und der Phasenanschlüsse, sie ermöglichen getrennte Gate-Anschlußkissen und unterstützen die Übertragung von thermischer Energie durch das Substrat, ohne daß ein Kurzschluß zwischen den verschiedenen Bauteilen hervorgerufen wird. Obwohl eine IMS-Struktur bevorzugt wird, können andere Basisplatten-Strukturen verwendet werden, wie z. B. Al-, AlSiC- und/oder Cu-Basisplatten, die beispielsweise unter Verwendung eines  $Al_2O_3$ -Plasmasprühens isoliert werden können, oder direkt verbundene Kupfer- oder aus aktivem Metall bestehende Messing-Substrate.

Fig. 8 zeigt eine Schnittansicht entlang des Schnittes 8-8 in Fig. 7. Die resultierende Struktur, wie sie bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist in Fig. 8 gezeigt. Gemäß Fig. 8 ist eine erste Isolierschicht oder ein Polymer-Film 52 auf dem Substrat 48 angeordnet. Ein leitender Bereich 54 ist auf der ersten Isolierschicht 52 angeordnet, und eine leitende Schicht 56 ist auf dem leitenden Bereich 54 angeordnet. Ein zweiter Isolier- oder Polymer-Film 58 ist über der leitenden Schicht 56 angeordnet, und ein leitender Bereich 60 ist auf dem zweiten Isolierfilm 58 angeordnet. Die erste Isolierschicht 52 und die zweite Isolierschicht 58 weisen vorzugsweise eine Dicke von ungefähr 0,15 mm (0,006 Zoll) auf. Der leitende Bereich 54 wird derart hergestellt, daß wenn die Vertiefung 62 in die leitenden und isolierenden Bereiche 54, 56, 58 und 60 geätzt wird, der leitende Bereich 54 plattiert werden kann, um sich quer durch die Vertiefung 62 zu erstrecken und um eine Schicht oberhalb des leitenden Bereichs 60 zu bilden.

Eine Plattierungsschicht ist auf dem oberen verlängerten Teil des leitenden Teils 54 angeordnet. Ein geeignetes Plattierungsmaterial, wie z. B. eine Nickelplattierung, kann verwendet werden, vorzugsweise mit einem Gold-Oberflächenüberzug. Der leitende Bereich 54 ist vorzugsweise ungefähr 0,033 mm (0,0013 Zoll) bis ungefähr 0,038 mm (0,0015

Zoll) dick, und er besteht vorzugsweise aus Kupfer. Die leitenden Bereiche 56 und 60 sind vorzugsweise ungefähr 0,06 mm (0,0024 Zoll) bis ungefähr 0,076 mm (0,0030 Zoll) dick, und sie sind vorzugsweise aus Kupfer hergestellt. Schließlich wird eine Lötmaske 66 auf die Plättierungsschicht 64 aufgebracht, soweit dies zweckmäßig ist, um einen unerwünschten elektrischen Kontakt während des Bauteil-Lötvorganges zu verhindern.

Ein Beispiel einer Leistungs-Moduleinheit, die die Hochleistungsbauteile verwendet, die zur Herstellung eines Wandlers für einen 4-Phasen-Motor mit geschalteter Reluktanz erforderlich sind, und die auf den leitenden Bereichen 30 befestigt sind, ist in Fig. 9 gezeigt. Zunächst sei darauf hingewiesen, daß es wünschenswert ist, einen Kondensator vorzusehen, der betriebsmäßig zwischen den +BUS- und den -BUS-Anschlüssen in einer Leistungsschaltung angeschaltet ist. Gemäß der Erfindung wird ein Kondensator 68 betriebsmäßig beispielsweise durch Löten zwischen dem positiven Anschluß 10a und dem negativen Anschluß 10b angeschaltet. Der Kondensator 68 liefert eine örtliche Energie, die in der Lage ist, relativ große Stromimpulse in die Leistungsschaltung zu liefern.

Wie dies in Fig. 9 gezeigt ist, ist der Kondensator 68 in vorteilhafter Weise auf passenden leitenden Bereichen 30 befestigt, so daß er keinen wertvollen Oberflächenbereich verbraucht. Die Befestigung des Kondensators 68 auf diese Weise ergibt immer noch ein ausgezeichnetes elektrisches Betriebsverhalten, weil er integral innerhalb der Leistungsschaltung in enger elektrischer Nähe zu den anderen Schaltbauteilen angeordnet ist.

Weiterhin können gemäß der Erfindung Überbrückungswiderstände 70a und 70b innerhalb des Leistungsgehäuses 4 angeordnet sein. In vorteilhafter Weise sind die Überbrückungswiderstände 70a und 70b innerhalb der Leistungsschaltung in elektrischer Nähe zu den Hochleistungsbauteilen 18 derart angeordnet, daß wertvoller Oberflächenbereich der Grundplatte eingespart wird. Die Überbrückungswiderstände 70a und 70b weisen vorzugsweise einen Widerstandswert von 1 m $\Omega$  auf.

Fig. 10 zeigt ein Schaltbild des als Beispiel verwendeten 4-Phasen-Wandlers für einen geschalteten Reluktanzmotor gemäß Fig. 9. Wie dies in den Fig. 9 und 10 gezeigt ist, stellt der Motor-Phasenanschluß 12a den Eingang an die Motorphase A und die Motorphase C dar. Die Motor-Phasenanschlüsse 12b und 12c stellen die jeweiligen Ausgänge der Motorphase A und der Motorphase C dar. In ähnlicher Weise stellt der Motor-Phasenanschluß 12d den Eingang an die Motorphase B und die Motorphase D dar, während die Motor-Phasenanschlüsse 12e und 12f die jeweiligen Ausgänge der Motorphase B und der Motorphase D darstellen.

Der Kondensator 68 und die Überbrückungswiderstände 70a und 70b sind ebenfalls an ihren jeweiligen Anordnungspunkten innerhalb der Schaltung gezeigt.

Wie dies in Fig. 9 gezeigt ist, ist ein Thermistor 72 an der Basisplatte 6 befestigt, um die Temperatur der Leistungs-Moduleinheit 2 zu überwachen. Der Thermistor 72 stellt kein integrales Bauteil der Motor-Wandlerschaltung dar, so daß er in Fig. 10 nicht gezeigt ist.

Wie dies in den Fig. 9 und 10 gezeigt ist, sind die Eingangs-MOSFET-Bauteile 74a und 74b auf einem leitenden Bereich 30 befestigt und mit einem anderen leitenden Bereich 30 über eine Vielzahl von Drahtkontaktierungen 76 verbunden. Die Drahtkontaktierungen 76, die zur Verbindung eines Anschlusses eines Halbleiterbauteils 60 mit einem leitenden Bereich 30 oder einem Gate-Anschlußkissen 78 auf der Basisplatte 6 verwendet werden, können unter Verwendung irgendeiner bekannten Drahtkontaktierungstechnik hergestellt werden. Die Eingangs-MOSFET-Bau-

teile 74a und 74b sind vorzugsweise 30 Volt-N-Kanal-MOSFET-Bauteile mit der Halbleiterplättchen-Größe 4.6. Wie der Begriff hier verwendet wird, bezieht sich die Halbleiterplättchen-Größe der MOSFET-Bauteile 74a und 74b sowie aller anderen Halbleiterbauteile auf die in der Industrie genormten Halbleiterplättchen-Größen.

Die Ausgangs-MOSFET-Bauteile 80a, 80b, 80c und 80d sind zwischen ihren jeweiligen Motor-Phasenanschlüssen 12b, 12c, 12e und 12f und den -BUS-Anschluß 10b angeschaltet. Die Gate-Elektroden der Ausgangs-MOSFET-Bauteile 80a-80d sind über Drahtkontaktierungsverbindungen mit einem Gate-Anschlußkissen 78 zur Verbindung mit der Steuerschaltungs-Leiterplatte 8 verbunden. Die Verbindung zwischen den Gate-Anschlußkissen 78 und der Leiterplatte 8 erfolgt in der weiter oben erläuterten Weise über S-förmige Stiftverbinder 20. Die Ausgangs-MOSFET-Bauteile 80a-80d sind vorzugsweise 30-Volt-, N-Kanal-Leistungs-MOSFET-Bauteile der Halbleiterplättchen-Größe 4.

Eine Wechsellspannungs-Phasendiode 82, die aus zwei parallelen getrennten Halbleiterplättchen 82a und 82b besteht, ist auf dem leitenden Bereich 30 angeordnet und befindet sich in der Motor-Steuerschaltung derart, daß sie an ihrer Kathode mit dem Drain-Anschluß des Eingangs-MOSFET 74a und an ihrer Anode mit dem -BUS-Eingangsanschluß 10b verbunden ist. In ähnlicher Weise besteht eine B-/D-Phasendiode 84 aus zwei getrennten Dioden-Halbleiterplättchen 84a und 84b, und sie ist innerhalb der Motor-Steuerschaltung mit ihrer Kathode mit dem Drain-Anschluß des Eingangs-MOSFET 74b und an ihrer Anode mit dem -BUS-Anschluß 10b verbunden. Jedes der Dioden-Halbleiterplättchen 82a, 82b, 84a und 84b ist vorzugsweise ein 45-Volt-Schottky-Bauteil mit der Halbleiterplättchen-Größe 2.

Schließlich sind Dioden 86a-86d an einem leitenden Bereich 30 befestigt und innerhalb der Motor-Steuerschaltung derart angeordnet, daß jede jeweilige Diode 86a, 86b, 86c und 86d an ihrer Kathode mit dem +BUS-Anschluß 10a und mit ihrer Anode mit einem jeweiligen Motor-Phasenanschluß 12b, 12c, 12e bzw. 12f verbunden ist. Die Dioden 86a, 86b, 86c und 86d sind vorzugsweise 45 Volt-Schottky-Bauteile mit der Halbleiterplättchen-Größe 2.

Ein Betrieb des Wandlers für einen Motor mit geschalteter Reluktanz wird nunmehr anhand der Fig. 10 beschrieben. Es sei weiterhin bemerkt, daß die Betriebsweise jeder einzelnen Phase der 4-Phasen-Motorkonfiguration in der gleichen Weise erfolgt. Daher wird lediglich die Betriebsweise der Phase A hier beschrieben.

Der Betrieb des Wandlers für den mit geschalteter Reluktanz arbeitenden Motor umfaßt drei getrennte Vorgänge, nämlich einen Magnetisierungsvorgang, einen Freilaufvorgang und einen Vorgang mit erzwungener Entmagnetisierung. Die Magnetisierung, der Freilaufvorgang und die Entmagnetisierung werden durch geeignetes Ein- und Ausschalten der Leistungs-MOSFET-Bauteile bewirkt. Während der Magnetisierung einer Phase zum Hervorrufen einer bestimmten Motorfunktion werden der Eingangs-MOSFET 74a und der Ausgangs-MOSFET 80a durch Anlegen einer geeigneten Gate-/Source-Spannung eingeschaltet. Das Einschalten der MOSFET-Bauteile 74a und 80a ruft einen Strompfad von dem +BUS-Anschluß 10a durch den Überbrückungswiderstand 70a, die A-Phasenwicklung des Motors und durch den -BUS-Anschluß 10b hervor.

Während des gut bekannten Freilauf-Schaltungsbetriebs bleibt der Ausgangs-MOSFET 80a eingeschaltet, während der Eingangs-MOSFET 74a abgeschaltet wird. Dies führt zum Fließen eines Freilaufstroms während des Zusammenbruchs des Feldes der A-Phasenwicklung des Motors durch den Überbrückungswiderstand 70a, die A-Phaseneingangsdiode 82 und durch den Ausgangs-MOSFET 80a.



Der abschließende Vorgang ist der Vorgang mit erzwungener Entmagnetisierung, bei dem irgendwelche verbleibende magnetische Energie in den Kondensator 68 überführt wird. Während des Vorganges mit erzwungener Entmagnetisierung sind der Eingangs-MOSFET 74a und der Ausgangs-MOSFET 80a abgeschaltet. Dies führt dazu, daß Strom von dem -BUS-Anschluß 10b durch die Eingangsdiode 82, durch den Überbrückungswiderstand 70a und durch die Phase A des Motors mit geschalteter Reluktanz fließt, wodurch dessen Strompfad durch die Ausgangsdiode 86a vervollständigt wird.

Die Kombination der Magnetisierungs-, Freilauf- und erzwungenen Entmagnetisierungsvorgänge in jeder der vier Motorphasen ermöglicht es der Leistungs-Moduleinheit 2, in wirkungsvoller Weise den Betrieb eines komplizierten Motors zu steuern, beispielsweise eines elektrischen Servolenkungsmechanismus bei einer Kraftfahrzeuganwendung. Die kompakte Größe und die Verlustwärme-Ableiteigenschaften der Leistungs-Moduleinheit 2 ermöglichen es, daß sie auf oder in der Nähe des Servolenkungsmechanismus ohne Gefahr von Schäden an den empfindlichen Steuerelektroniken auf der Leiterplatte 8 befestigt werden kann.

Damit ergibt die Leistungs-Moduleinheit der vorliegenden Erfindung ein kompaktes, jedoch leistungsfähiges Bauteil, das die elektronischen Hochleistungsbauteile und die Niederleistungs-Steuerschaltungen integriert, die zur Steuerung des Modul-Betriebes erforderlich sind. Die Leistungs-Moduleinheit der vorliegenden Erfindung ist so ausgebildet, daß die thermische Energie von den Hochleistungsbauteilen 18 in wirkungsvoller Weise über die Basisplatte 6 zur Ableitung von der Leiterplatte 8 übertragen wird, wobei ein extern angebrachter Kühlkörper oder irgendein anderes bekanntes Wärmeableitungsverfahren verwendet wird.

Die Anordnung des Leistungsgehäuses 4, der Basisplatte 6 und der Leiterplatte 8 in Verbindung mit den S-förmigen Stiftverbindern 20 ermöglicht es, daß die Leistungs-Moduleinheit 2 leicht zusammenbaubar ist und die Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Oberfläche zu einem Maximum gemacht wird, während die Gesamtgröße der Moduleinheit zu einem Minimum gemacht wird. Dies wird weiterhin durch die Verwendung einer Basisplatte 6 erreicht, die ein sehr stark thermisch leitendes Material, wie z. B. Aluminium, als ein Substrat verwendet, auf dem mehrschichtige leitende Muster geätzt und angeordnet sind. Diese Anordnung ermöglicht es, daß Leistungs- und Erd-Sammelleitungen und Verbindungen getrennt von den einzelnen Signal-Anschlußkissen und Steuerelektronik-Anschlußkissen angeordnet werden, wodurch weiterhin die Ausnutzung der Ressourcen zu einem Maximum gemacht wird.

#### Patentansprüche

1. Elektronische Leistungs-Moduleinheit, gekennzeichnet durch:  
ein Basisteil (6)  
ein mit dem Basisteil (6) gekoppeltes Leistungsgehäuse (4), das eine Mehrzahl von Wänden aufweist, die eine innere Kammer bilden, und mit zumindest einem leitenden Bereich (30),  
zumindest ein elektronisches Bauteil, das auf dem zumindest einen leitenden Bereich (30) befestigt ist, und eine Leiterplatte (8), die in der innenliegenden Kammer des Leistungsgehäuses befestigt ist.
2. Moduleinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (8) elektrisch mit dem Basisteil (6) über zumindest eine federnde Verbindungseinrichtung (20) verbunden ist.

3. Moduleinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine federnde Verbindungseinrichtung (20) S-förmig ist.
4. Moduleinheit nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (8) mit dem leitenden Bereich (30) über zumindest eine federnde Verbindungseinrichtung (20) verbunden ist.
5. Moduleinheit nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine federnde Verbindungseinrichtung S-förmig ist.
6. Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine elektronische Bauteil ein MOSFET ist.
7. Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine elektronische Bauteil ein Leistungsbauteil in einem Wandler für einen geschalteten Reluktanzmotor umfaßt.
8. Moduleinheit nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine elektronische Bauteil einen Wandler für einen bürstenlosen 3-Phasen-Gleichstrommotor bildet.
9. Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Basisteil (6) ein isoliertes Metallsubstrat aufweist.
10. Moduleinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das isolierte Metallsubstrat aus Aluminium besteht.
11. Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Basisteil (6) eine Vielzahl von elektrisch voneinander isolierten leitenden Bereichen (32) aufweist.
12. Moduleinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch voneinander isolierten leitenden Bereiche (32) aus mit Nickel plattiertem Kupfer oder aus nickelplattiertem Kupfer mit Goldoberflächenüberzug bestehen.
13. Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1-9 und 11, 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Basisteil aus einem Material besteht, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Al, AISiC und Cu besteht.
14. Elektronische Moduleinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Basisteil (6) unter Verwendung des  $Al_2O_3$ -Flammsprühverfahrens, in Form eines direkt verbundenen Kupfersubstrates oder durch ein aktives Metall-Messingsubstrat hergestellt ist.
15. Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterplatte (8) eine Schaltung umfaßt, die die Betriebsweise des zumindest einen elektronischen Bauteils steuert, das auf dem zumindest einen leitenden Bereich (30) befestigt ist.
16. Isolierte Metallsubstrat-Platte für eine elektronische Moduleinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte folgendes umfaßt:  
ein thermisch leitendes metallisches Substrat,  
eine erste Isolierschicht, die an dem Metallsubstrat befestigt ist, wobei die erste Isolierschicht im wesentlichen das Metallsubstrat bedeckt,  
zumindest zwei leitende Bereiche, die an der Isolierschicht befestigt sind, wobei die zumindest zwei leitenden Bereiche geätzt sind, um eine Vielzahl von voneinander getrennten Bereichen zu bilden,  
eine zweite Isolierschicht, die zwischen den zumindest zwei leitenden Bereichen angeordnet ist, und  
eine Lötmaske, die auf dem zumindest einen leitenden

Bereich angeordnet ist.

17. Isolierte Metallsubstrat-Platte nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das metallische Substrat aus Aluminium besteht.

18. Isolierte Metallsubstrat-Platte nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des metallischen Substrates ungefähr 3 mm (0,125 Zoll) beträgt.

19. Isolierte Metallsubstrat-Platte nach einem der Ansprüche 16-18, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke von zumindest einer der ersten Isolierschicht und der zweiten Isolierschicht ungefähr 0,15 mm (0,006 Zoll) beträgt.

20. Isolierte Metallsubstrat-Platte nach einem der Ansprüche 16-19, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke von zumindest einem der leitenden Bereiche ungefähr 0,033 mm (0,0013 Zoll) bis ungefähr 0,038 mm (0,0015 Zoll) beträgt.

21. Isolierte Metallsubstrat-Platte nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke von zumindest einem anderen der leitenden Bereiche ungefähr 0,06 mm (0,0024 Zoll) bis ungefähr 0,076 mm (0,0030 Zoll) beträgt.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65



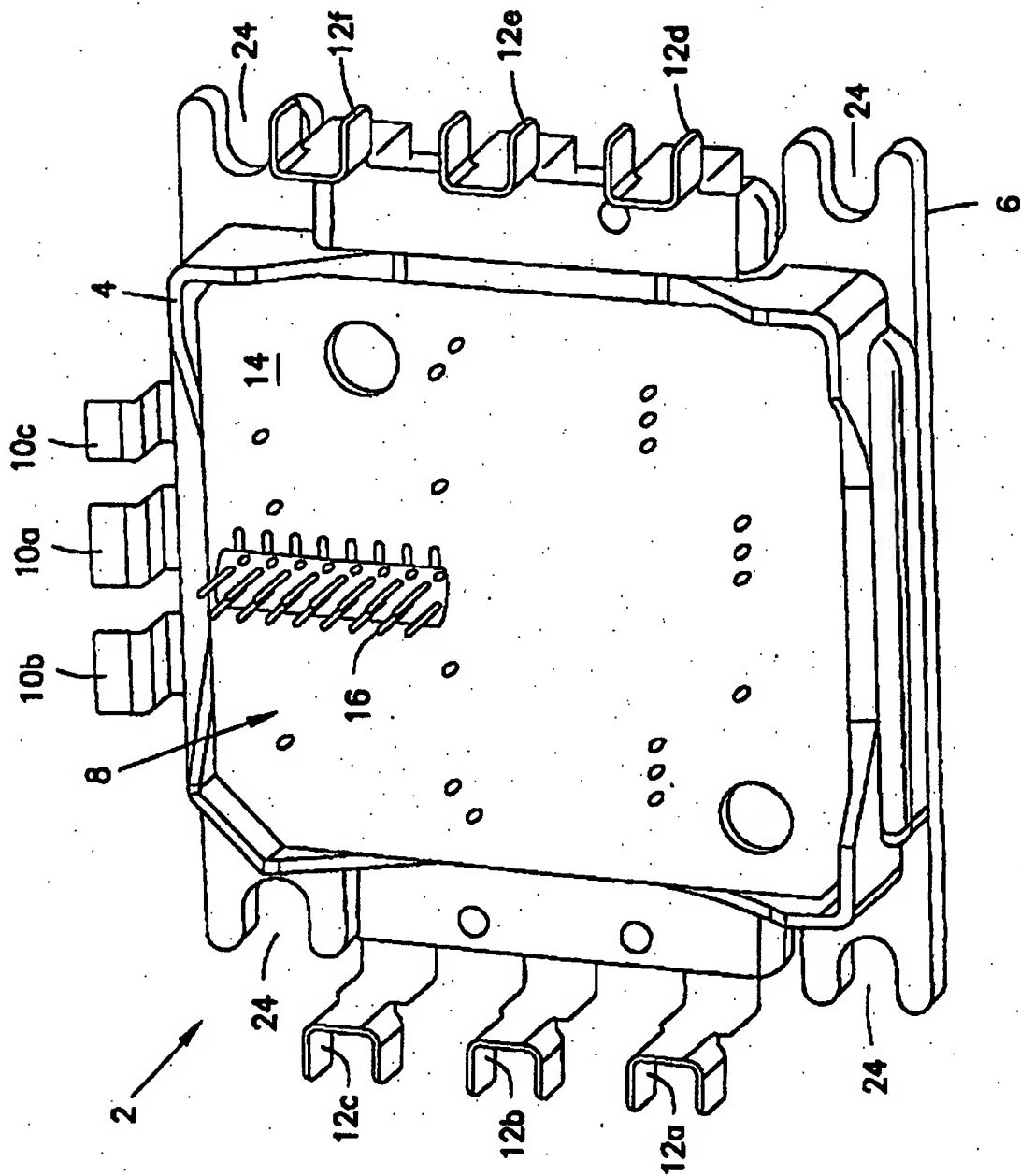


Fig. 1

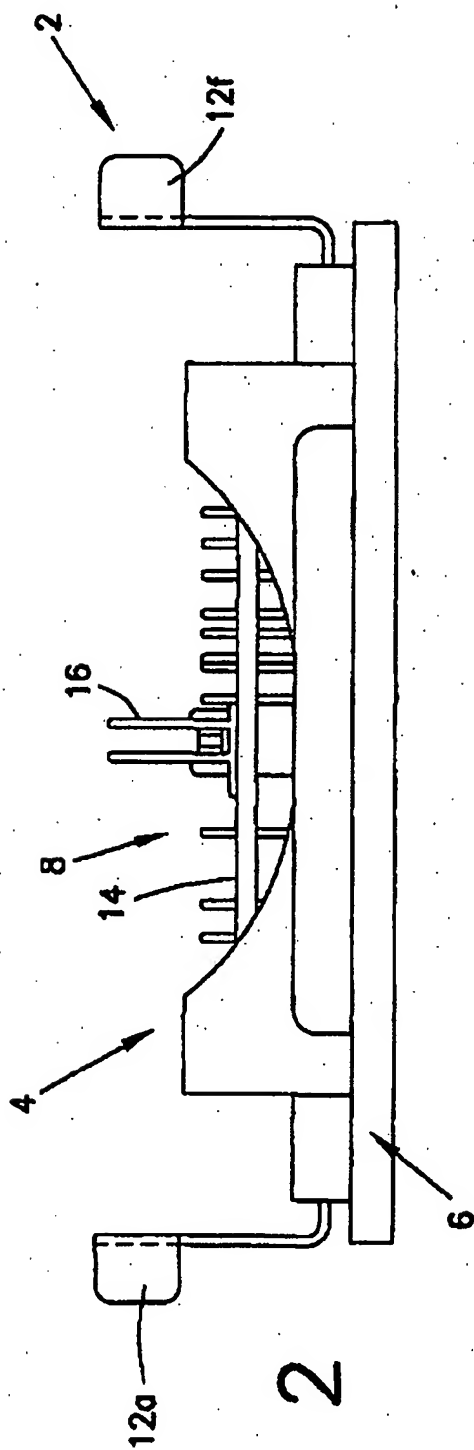


Fig. 2

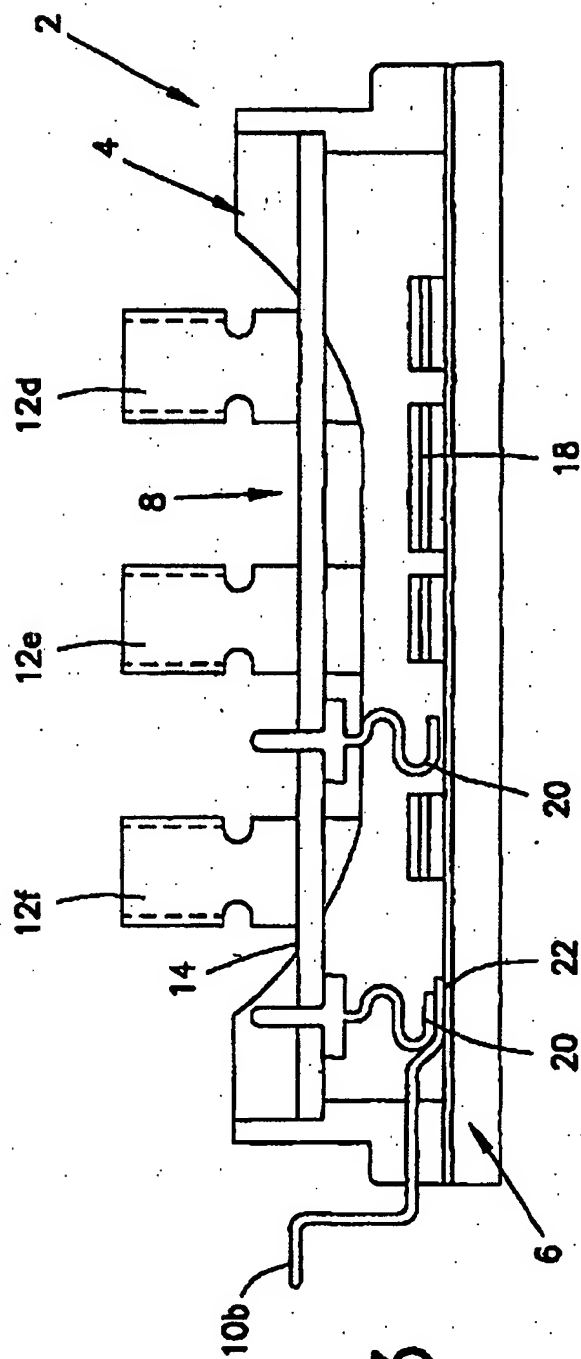
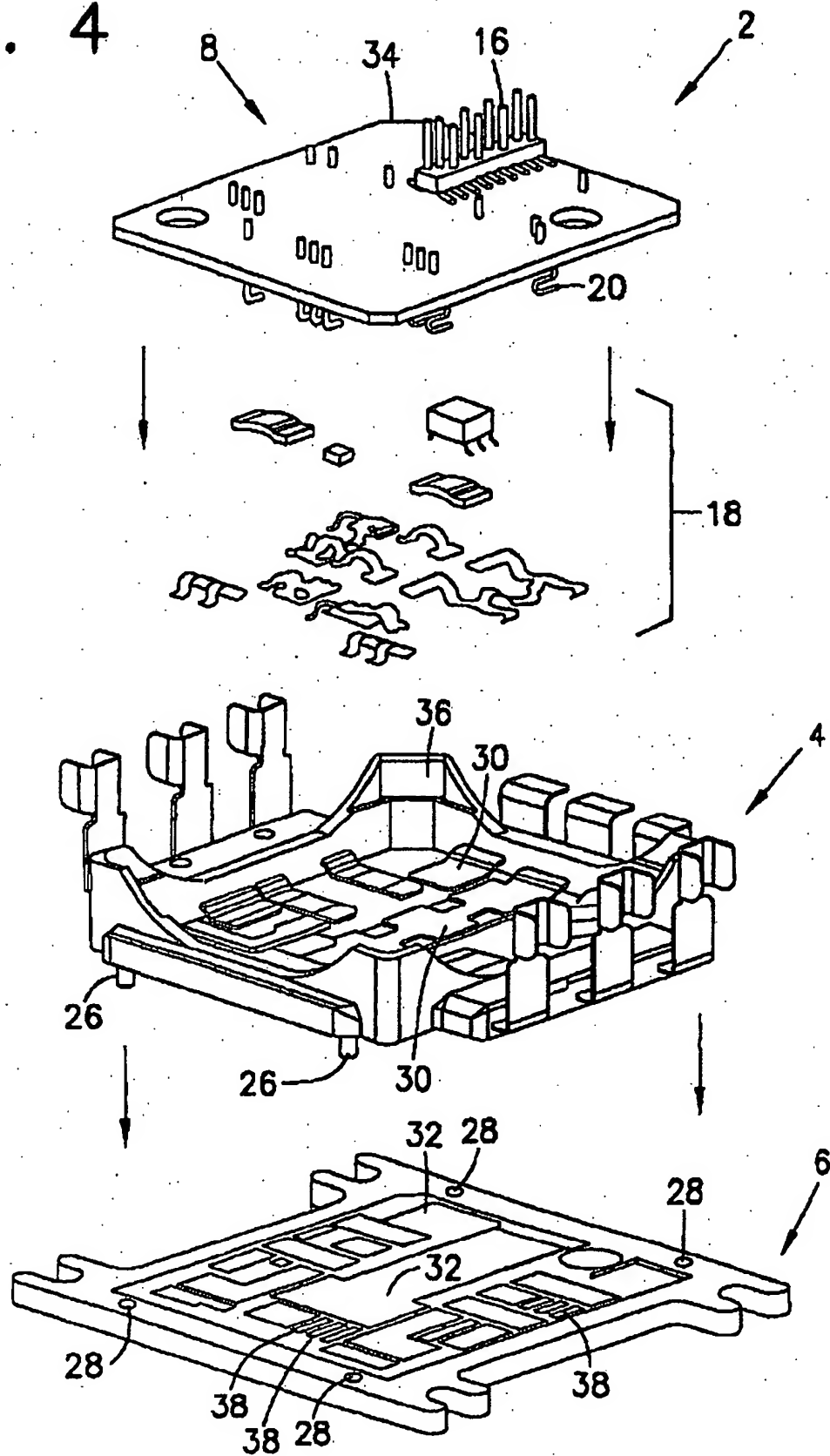


Fig. 3

Fig. 4



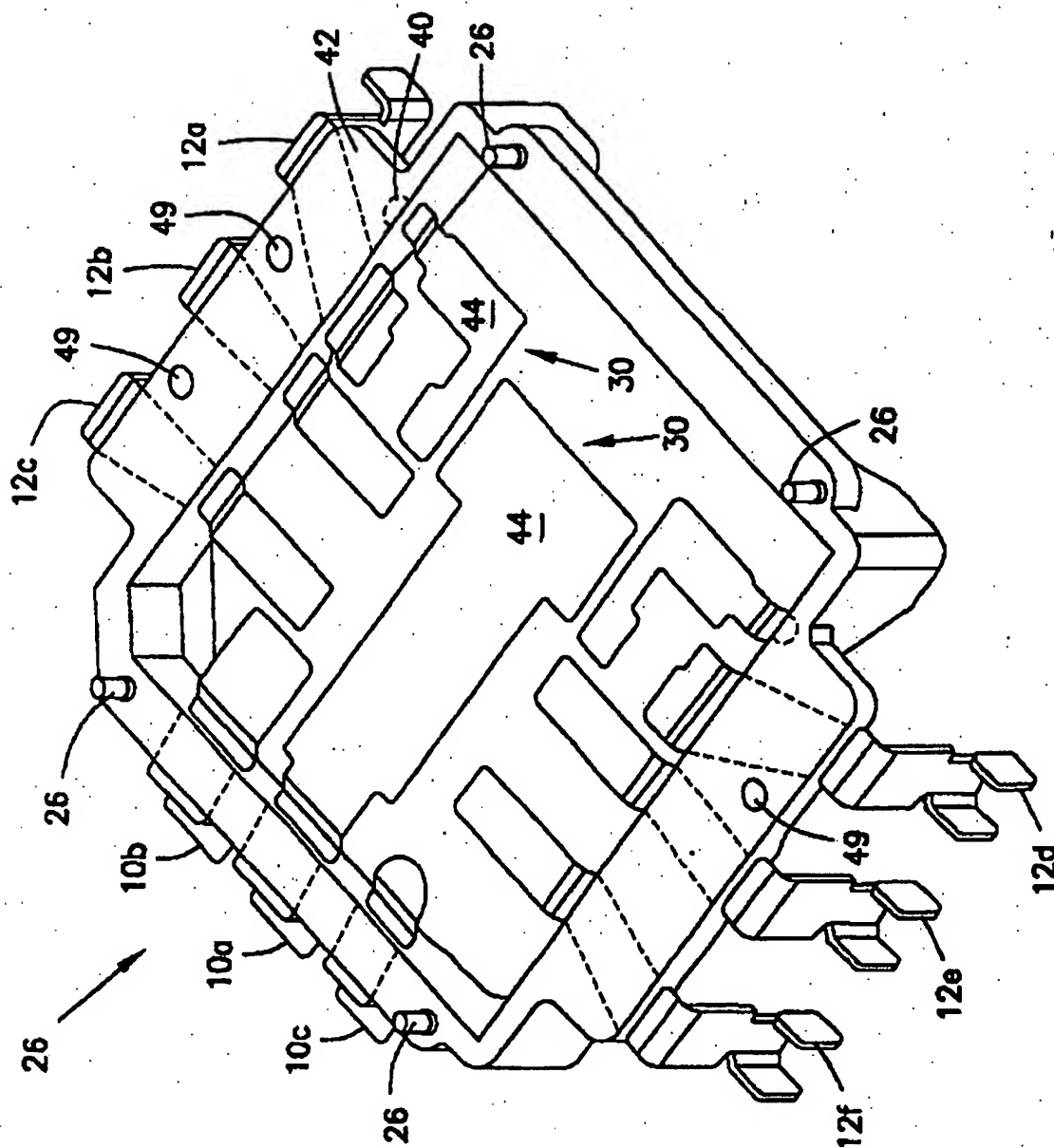


Fig. 5

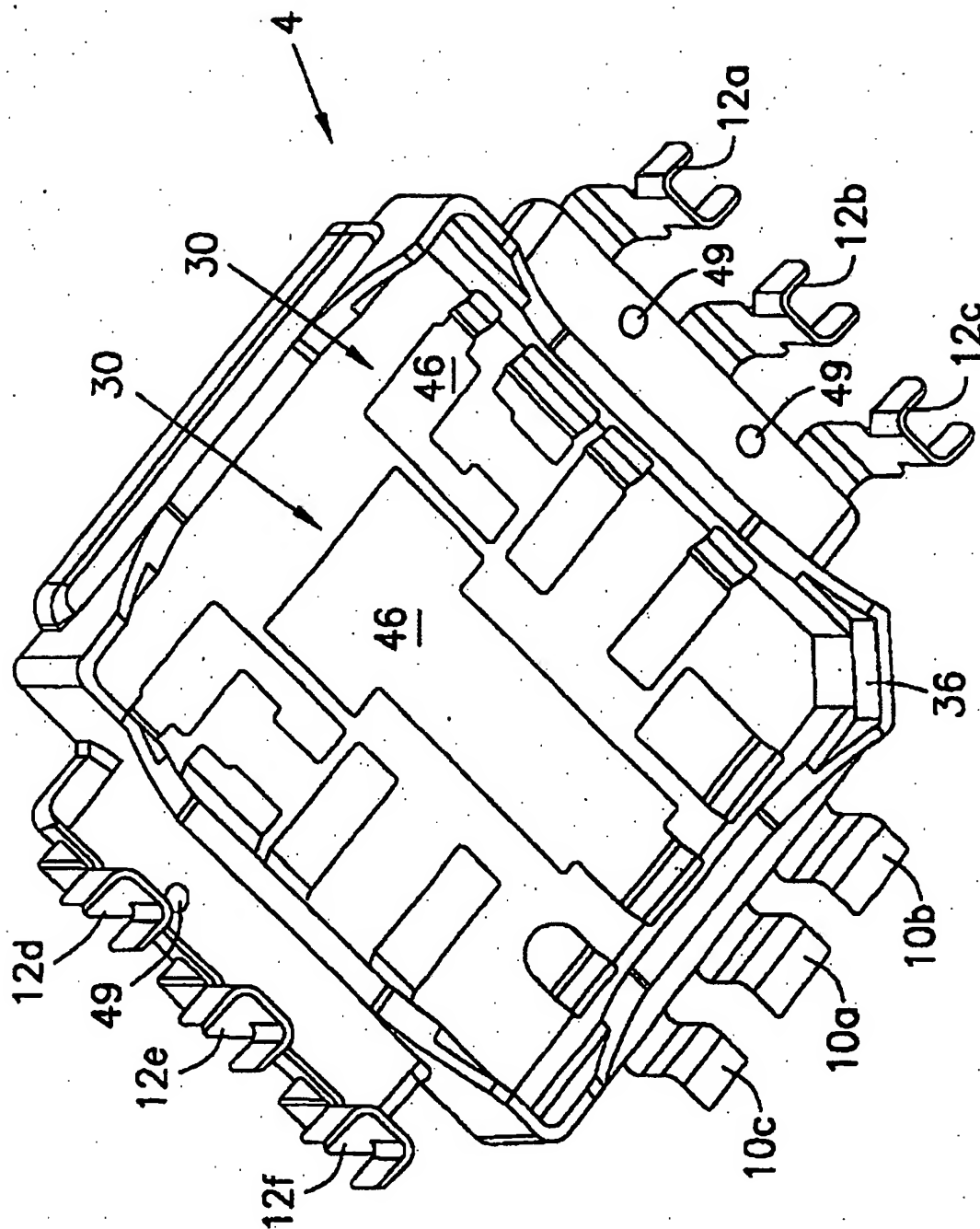


Fig. 6

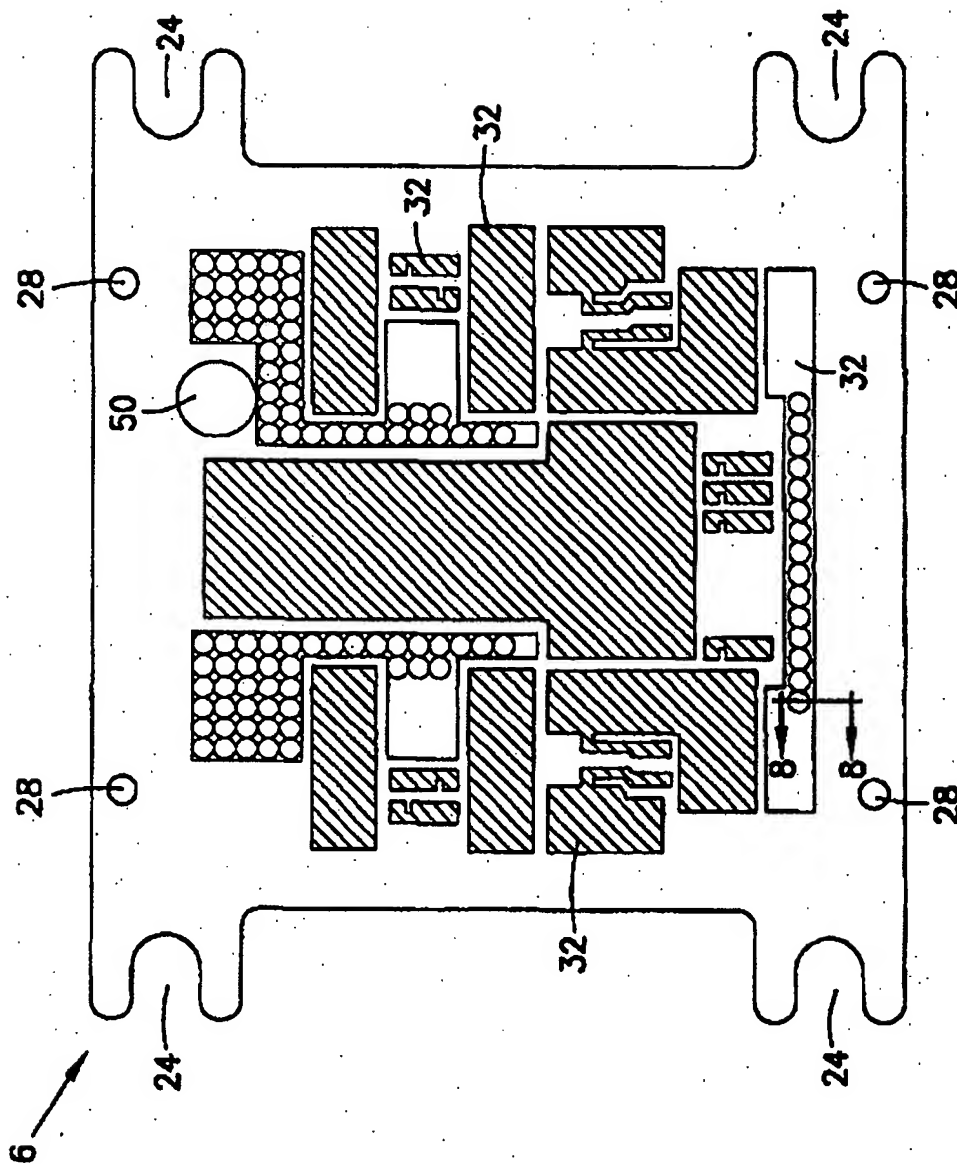


Fig. 7



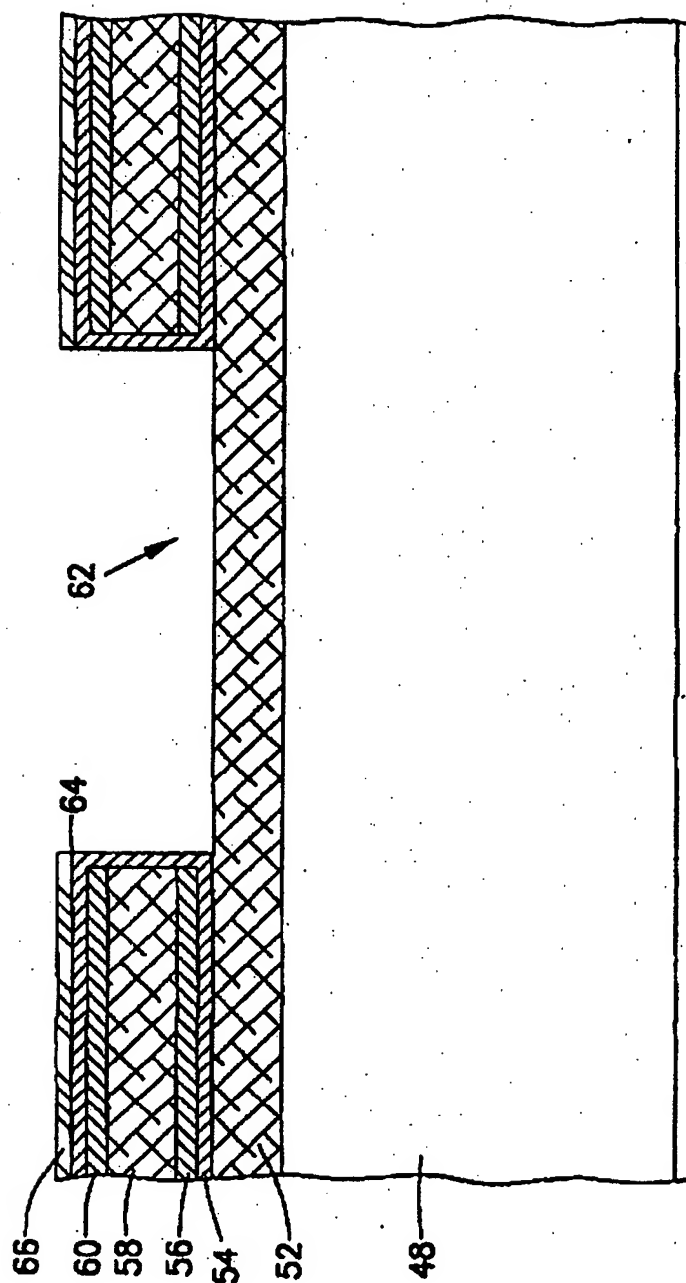


Fig. 8

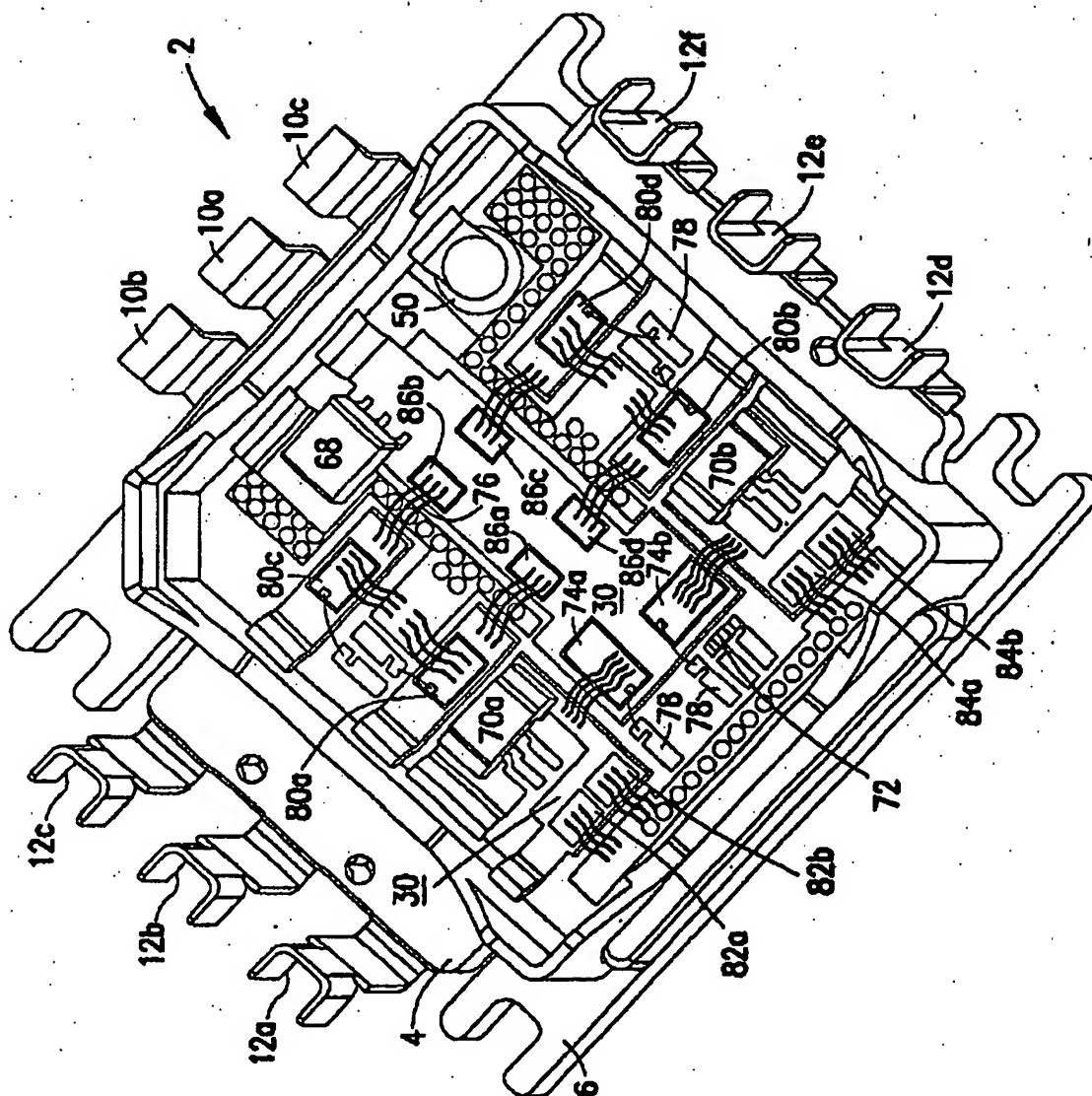


FIG. 9

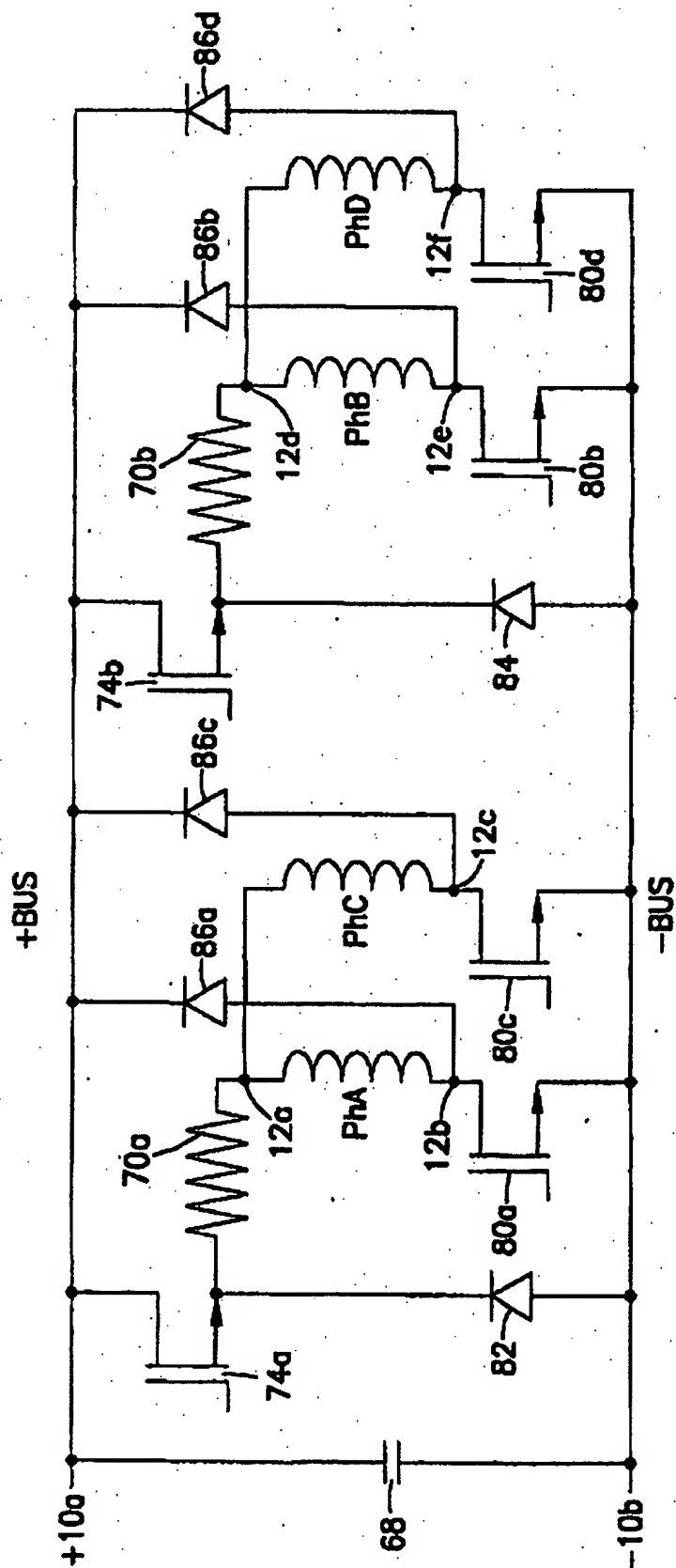


Fig. 10